

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-336917

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 K 1/27
21/14

識別記号

5 0 1 A
M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-125060

(22) 出願日 平成6年(1994)6月7日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 谷本 茂也

愛知県瀬戸市穴田町991番地 株式会社東

芝愛知工場内

(72) 発明者 楚 まゆみ

愛知県瀬戸市穴田町991番地 株式会社東

芝愛知工場内

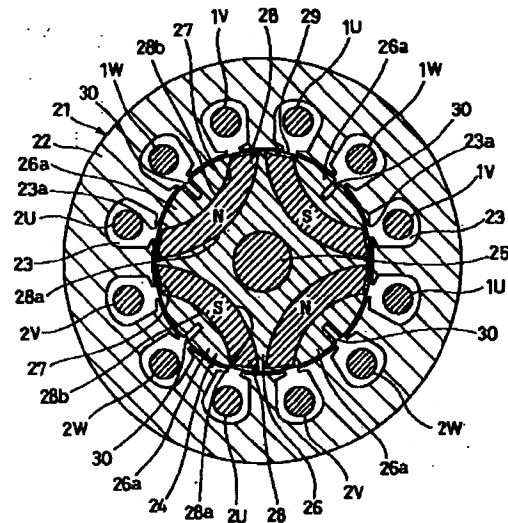
(74) 代理人 弁理士 佐藤 強

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ及び冷却装置用コンプレッサ

(57) 【要約】

【目的】 永久磁石形モータにおいて、固定子巻線のインダクタンスを小さくできて、トルクの低下を抑える。

【構成】 回転子24の各永久磁石28を断面が円弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石28を回転子鉄心26に凸部28a側が回転子24の回転中心を向くように配置し、さらに各極ごとに回転子鉄心26にあって永久磁石28の凹部28b側に位置する部分26aに径方向に延びるスリット30を形成する。上記部分26aは固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路となる部分であるが、ここにスリット30を形成することによりその磁路の磁気抵抗が大きくなる。このため、固定子巻線の電流に基づく磁束のうち上記の部分26aを通る割合が減少し、固定子巻線のインダクタンスが小さくなる。



21: 固定子
22: 固定子鉄心
23: スロット
1U, 2U } 固定子巻線
1V, 2V }
1W, 2W }

24: 回転子
25: 回転子鉄心
26: 永久磁石
27: 空隙
28: スリット

【特許請求の範囲】

【請求項1】 環状をなすと共にその内周側に複数個のスロットを有した固定子鉄心及び前記スロットに挿入された状態でその固定子鉄心に巻装された複数相の固定子巻線を有する固定子と、

回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子鉄心の空間部にその内周面と所定の空隙を存する状態で回転可能に配置される回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、

前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が回転子の回転中心を向くように均等配置し、さらに各極ごとに前記回転子鉄心にあつて永久磁石の凹部側に位置する部分に径方向に延びるスリットを形成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 スリットの幅寸法を、固定子鉄心におけるスロットの開口部の幅寸法よりも大きくなるように設定したことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項3】 スリットは、これの外側端部が回転子鉄心内において閉塞された形態で形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の永久磁石形モータ。

【請求項4】 スリットは、対応する永久磁石の磁化容易方向に沿って形成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 環状をなすと共にその内周側に複数個のスロットを有した固定子鉄心及び前記スロットに挿入された状態でその固定子鉄心に巻装された3相の固定子巻線を有する固定子と、

回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子鉄心の空間部にその内周面と所定の空隙を存する状態で回転可能に配置される回転子とを備え、

前記固定子巻線に電気角で120度ずつ通電することにより前記回転子を回転駆動させる永久磁石形モータにおいて、

前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が回転子の回転中心を向くように均等配置し、さらに各極ごとに前記回転子鉄心にあつて永久磁石の凹部側に位置する部分でかつ電気角で60度と120度に対応する部位に径方向に延びるスリットを形成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかに記載の永久磁石形モータを搭載した冷却装置用コンプレッサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成される回転子を備えた永久磁石形モータ及びこの種の永久磁石形モータを搭載

した冷却装置用コンプレッサに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、例えば冷蔵庫や空調装置（エアコンディショナー）などのコンプレッサを駆動するモータとして、図11に示すような回転数の制御が容易な永久磁石形モータが開発されている。このものは次のような構成となっている。

【0003】 すなわち、固定子1は、環状をなす固定子鉄心2に形成された12個のスロット3に、U相の固定子巻線1U、2U、及びV相の固定子巻線1V、2V、並びにW相の固定子巻線1W、2Wを挿入配置して構成されている。

【0004】 これに対し、回転子4は、回転軸5を回転子鉄心6の中心部に嵌合固着し、回転子鉄心6に形成された収納部7に、断面が円弧状をなす4個の永久磁石8を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されていて、固定子鉄心2の空間部にその内周面と所定の空隙9を存する状態で回転可能に配設されている。回転子4における各永久磁石8は、凸部8a側が回転子4の回転中心、すなわち回転軸5を向くように配置されている。また、4個の永久磁石8は、N極とS極とが交互になるように着磁されている。

【0005】 図12はモータ駆動用として用いられる、いわゆるインバータ電源が示されている。この図12において、直流電源10にはスイッチング主回路11が接続されている。このスイッチング主回路11は、6個のトランジスタ12及び還流ダイオード13が3相ブリッジ接続されて構成されている。このスイッチング主回路11において、3相の各アーム部11U、11V、11Wが有するトランジスタ12の共通接続点は、それぞれ対応するモータへの出力線U、V、Wに接続されている。これら出力線U、V、Wは、上記固定子1の各相の固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wに接続されている。各相の固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2WはY結線されている。

【0006】 制御回路14は、スイッチング主回路11の各トランジスタ12を制御することにより、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの通電幅を120度とする、周知の120度通電するように構成されている。またこの制御回路14は、回転子位置検出器15から回転子4の位置信号を受け、その回転子4の回転位置に応じたモータ駆動信号が得られるようになっている。

【0007】 しかして、上記構成において、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wに120度通電することにより、固定子1に回転磁界が発生し、これに伴う固定子1と回転子4との間の磁気的な吸引力及び反発力によって回転子4が回転される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来構成の永久磁石形モータにおいて、固定子巻線に通電されると当該固定子巻線に電流が流れるが、上記しているように回転子4における永久磁石8の磁束との相互作用で回転子4に回転トルクが発生する。しかし、周知*

$$v = r \times i \times L \times (di/dt) + e$$

ここで、r：固定子巻線の抵抗

L：固定子巻線のインダクタンス

e：巻線誘起電圧（ $e = g \times b$ ）（ただし、b：空隙磁束密度、

※10

$$T = K \times b \times i$$

ここで、T：トルク

K：鉄心の長さなどモータに決まる定数

【0010】これら（1）、（2）式からわかることは、巻線電流と空隙磁束密度でトルクは決まり、巻線電流が少なくなるとトルクも減少する。つまり、固定子巻線のインダクタンスが大きくなると、その分電流が減少し、力率が低下し、トルク低下を来すことになる。

【0011】図11のように、回転子4において、円弧状の永久磁石8を凸部8a側が回転子4の回転中心を向くように配置した構成では、回転子鉄心6において永久磁石8の凹部8b側に位置する部分6aが広く、図13に示すように、固定子巻線の電流に基づく磁束Aがこの部分6aを通過しやすくなる。なお、図13では固定子巻線のV相とW相とに通電した場合において、その巻線電流による磁束Aだけを想定している。

【0012】このような従来構成のものでは、固定子巻線のインダクタンスが大きくなり、結果としてトルク低下を来す。このため、必要なトルクを得るためにはモータを大きくする必要があり、モータの価格が高くなる。ひいては、この種のモータを搭載するコンプレッサまでも大きくなると共に、価格も高くなってしまう。

【0013】また、図11の構成のモータの磁束密度分布は、空隙長等で変わるが、図14のような台形波状の分布となる場合がある。この場合、2相ずつ120度通電する場合には、上記（2）式で得られるトルクに、図15のように脈動分が含まれることになり、振動や騒音が大きくなるという不具合がある。

【0014】そこで、本発明の目的は、固定子巻線のインダクタンスを小さくできて、トルクの低下を抑えることができ、ひいてはモータの小形化及びコストの低下を図ることができ、また、トルクリップルを抑えて、振動や騒音を抑えることができる永久磁石形モータを提供し、また、小形化に対応できる冷却装置用コンプレッサを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、環状をなすと共にその内周側に複数個のスロットを有した固定子鉄心及び前記スロットに挿入された状態でその固定子鉄心に巻装された複数相の固定子巻線を有する固定子★50

*のように、このときには電圧と電流の関係は、1相分を代表して示すと下記の（1）式のようになり、また、トルクは下記の（2）式のようになる。

【0009】

$$\dots\dots (1)$$

※ g：固定子巻線の巻数等に関する定数

v：固定子巻線の印加電圧

i：巻線電流

$$\dots\dots (2)$$

★と、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子鉄心の空間部にその内周面と所定の空隙を存する状態で回転可能に配置される回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が回転子の回転中心を向くように均等配置し、さらに各極ごとに前記回転子鉄心にあつて永久磁石の凹部側に位置する部分に径方向に延びるスリットを形成したことを特徴とするものである。

【0016】この場合、スリットの幅寸法を、固定子鉄心におけるスロットの開口部の幅寸法よりも大きくするように設定することが好ましい（請求項2）。また、スリットは、これの外側端部が回転子鉄心内において閉塞された形態で形成するとよい（請求項3）。さらに、スリットは、対応する永久磁石の磁化容易方向に沿って形成することが好ましい（請求項4）。

【0017】請求項5の発明は、環状をなすと共にその内周側に複数個のスロットを有した固定子鉄心及び前記スロットに挿入された状態でその固定子鉄心に巻装された3相の固定子巻線を有する固定子と、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を組み込んで構成され、前記固定子鉄心の空間部にその内周面と所定の空隙を存する状態で回転可能に配置される回転子とを備え、前記固定子巻線に電気角で120度ずつ通電することにより前記回転子を回転駆動させる永久磁石形モータにおいて、前記回転子の各永久磁石を断面が弧状となるように形成すると共に、これら各永久磁石を前記回転子鉄心に凸部側が回転子の回転中心を向くように均等配置し、さらに各極ごとに前記回転子鉄心にあつて永久磁石の凹部側に位置する部分でかつ電気角で60度と120度に対応する部位に径方向に延びるスリットを形成したことを特徴とするものである。

【0018】請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の永久磁石形モータを冷却装置用コンプレッサに搭載したことを特徴とするものである。

【0019】

【作用】請求項1の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心にあつて永久磁石の凹部側に位置する部分は、固定

5

子巻線の電流に基づく磁束の磁路となる部分であるが、ここにスリットを形成することにより、その磁路の磁気抵抗が大きくなる。このため、固定子巻線の電流に基づく磁束のうち、回転子鉄心において永久磁石の凹部側に位置する上記の部分を通る割合が減少し、固定子巻線のインダクタンスが減少することになり、ひいてはトルク低下が抑えられる。

【0020】請求項2の永久磁石形モータによれば、スリットの幅寸法をスロットの開口部の幅寸法よりも大きく設定することにより、回転子鉄心において永久磁石の凹部側に位置する部分の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスが一層減少することになる。

【0021】請求項3の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心の外周面に窪みがなく、表面が滑らかとなるから、その回転子鉄心の外周面を切削する際等の加工がしやすく、製造性を向上できる。

【0022】請求項4の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心にスリットを形成しながらも、永久磁石から発せられる磁束は固定子鉄心側へスムーズに流すことができる利点がある。

【0023】請求項5の永久磁石形モータによれば、1極中にスリットが2個あるため、固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスは一層減少することになる。さらに、120度通電する場合において、従来においてトルクリップルが大きくなる部分に対応して、空隙磁束密度が小さくなるようにスリットを配置しているので、トルクリップルを減少させることができる。

【0024】請求項6の冷却装置用コンプレッサによれば、永久磁石形モータにおいて、回転子鉄心に形成したスリットが冷媒ガスの通路として使用することができ、固定子鉄心に専用の通路を形成する場合に比べて、固定子鉄心、したがってモータを小形化でき、ひいてはコンプレッサの小形化を図ることができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明を三相4極の永久磁石形モータに適用した第1実施例につき図1ないし図3を参照して説明する。

【0026】まず図1において、固定子21は、従来構成と同一であり、環状をなす固定子鉄心22に形成された12個のスロット23に、U相の固定子巻線1U、2U、及びV相の固定子巻線1V、2V、並びにW相の固定子巻線1W、2Wを挿入配置して構成されている。各スロット23において、固定子鉄心22の内周面側には開口部23aが形成されている。また、各相の固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wは、従来と同様にY結線されている。

【0027】これに対して、回転子24は、図2にも示すように、回転軸25を回転子鉄心26に嵌合固着し、この回転子鉄心26に形成された収納部27に、断面が

6

弧状の場合円弧状をなすフェライト製の4個の永久磁石28を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されていて、固定子鉄心22の空間部にその内周面と所定の空隙29を存する状態で回転可能に配設されている。なお、回転子鉄心26は、収納部27形成用の孔が形成されたけい素鋼板を多数枚積層して構成されている。

【0028】上記各永久磁石28は、凸部28a側が回転子24の回転中心、すなわち回転軸25を向くように配置されており、また、4個の永久磁石28はN極とS極とが交互になるように着磁されている。

【0029】そして、回転子鉄心26において、各永久磁石28の凹部28b側（外側）に位置する部分26aの中央部には、径方向に延びるスリット30がそれぞれ形成されている。各スリット30は、外側（空隙29側）が開放され、また、幅寸法はスロット23の開口部23aの幅寸法よりも小さく設定されている。

【0030】このように構成されたモータは、従来と同様にインバータ電源（図12参照）により給電されるようになっており、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wに120度通電する。これにより、固定子21による回転磁界が発生し、これに伴う固定子21と回転子24との間の磁気的な吸引力及び反発力によって回転子24が回転される。

【0031】ここで、図3は、従来構成におけるモータの一部を拡大し、簡略化して示したものである。一般に、固定子巻線の電流に起因する磁束Aは、図13よりもさらに詳細に見た場合、スロット3の開口部3a付近では、図3に示すように、回転子鉄心6において永久磁石8の凹部8b側の部分6aを流れる。

【0032】これに対して、本実施例では、回転子鉄心26において各永久磁石28の凹部28b側に位置する部分26aにスリット30を形成しているから、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの電流に基づく磁束の磁路の磁気抵抗が大きくなる。このため、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの電流に基づく磁束のうち、回転子鉄心26において上記の部分26aを通る磁束の割合が減少し、固定子巻線のインダクタンスが小さくなり、ひいてはトルク低下を抑えることができる。これに伴い、モータの小形化やコストの低下を図ることができるものである。

【0033】また、各スリット30が径方向に沿って形成されているから、回転子鉄心26にスリット30が形成されていても、永久磁石28から発せられる磁束の妨げにはならない。

【0034】図4は本発明の第2実施例を示したものであり、この第2実施例は上記した第1実施例とは次の点が異なっている。すなわち、回転子鉄心26に形成されたスリット31は、この幅寸法B1がスロット23の開口部23aの幅寸法B2よりも大きくなるように設定

されている ($B1 > B2$)。なお、図4では1極分のみ示されているが、他の極でも同様なスリット31が形成されている。

【0035】この第2実施例によれば、スリット31の幅寸法B1が第1実施例のスリット30の場合よりも大きく設定されているから、固定子巻線1U、2U、及び1V、2V、並びに1W、2Wの電流に基づく磁束Aのうち、回転子鉄心26にあって永久磁石28の凹部28b側に位置する上記の部分26aを通る割合が一層減少し、固定子巻線のインダクタンスが一層小さくなり、ひいてはトルク低下を一層抑えることができる。

【0036】図5は本発明の第3実施例を示したものであり、この第3実施例は第1実施例とは次の点が異なっている。すなわち、スリット32は、これの外側端部32aが回転子鉄心26内において閉塞された形態で形成されている。換言すれば、スリット32の外側端部32aは開放されていない。

【0037】このような第3実施例によれば、回転子鉄心26の外周面に窪みがなく、表面が滑らかとなるから、第1及び第2実施例の場合に比べて、その回転子鉄心26の外周面を切削する際の加工がしやすく、製造性を向上でき、ひいてはコストを低減できる利点がある。

【0038】図6は本発明の第4実施例を示したものであり、この第4実施例は第1実施例とは次の点が異なっている。すなわち、各永久磁石28の磁化容易方向Cは、当該永久磁石28の曲率中心33を中心とする放射方向に沿って設定されている。そして、回転子鉄心26にあって永久磁石28の凹部28b側に位置する部分26aに、略径方向に延びるスリット34が2個ずつ形成されている。各スリット34は、外側端部34aが回転子鉄心26内において閉塞されていると共に、対応する永久磁石28の上記磁化容易方向Cに沿って形成されている。

【0039】このような第4実施例によれば、1極中にスリット34が2個ずつあるから、回転子鉄心26の部分26aにおける、固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスは一層減少することになる。また、各スリット34が永久磁石28の磁化容易方向Cに沿って形成されていることにより、回転子鉄心26にスリット34を形成しながらも、永久磁石28から発せられる磁束を固定子鉄心22側へ一層スムーズに流すことができる利点がある。

【0040】図7ないし図9は本発明の第5実施例を示したものであり、この第5実施例は第1実施例とは次の点が異なっている。すなわち、図7において、回転子鉄心26にあって永久磁石28の凹部28b側に位置する部分26aにおいて、径方向に延びるスリット35、36を、1極中、電気角で60度と120度に対応する部

位にそれぞれ形成している。各スリット35、36は、外側端部が開放されている。

【0041】この第5実施例によれば、第4実施例と同様に、1極中にスリット35、36が2個ずつあるから、回転子鉄心26の部分26aにおける、固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスは一層減少することになる。また、120度通電する場合において、従来においてトルクリップルが大きくなる部分に対応して、空隙磁束密度が小さくなるようにスリット35、36を配置しているので、トルクリップルを減少させることができる。図8は本実施例における空隙磁束密度分布を示し、また、図9は本実施例におけるモータの合成トルクkを示している。

【0042】一方、上記した第1ないし第5実施例のモータを、冷却装置用のコンプレッサ (図示せず) に用いた場合、回転子鉄心26の各スリット30、31、32、34、35、36は冷媒ガスの通路として使用することができるので、固定子鉄心22に専用の通路を形成する場合に比べて、固定子鉄心22、したがってモータを小形化でき、ひいてはコンプレッサの小形化を図ることができる。

【0043】ちなみに、図10は、固定子鉄心22に、冷媒ガスを通すための専用の通路37を形成したものであり、このような構成とした場合には、固定子鉄心22の外径寸法を大きくする必要があり、それにしたがってモータ、ひいてはコンプレッサが大形化してしまうものである。これに対して、本発明の場合には、上述したように、それらの小形化を図ることができるものである。

【0044】本発明は、上記した各実施例にのみ限定されるものではなく、次のように変形または拡張することができる。例えば、回転子24における永久磁石28は、フェライト以外のものを用いてもよい。また、請求項5を除いて、モータの駆動方法は限定されない。さらに、インバータ電源の構成も実施例の構成に限られず、また、回転子位置検出手段なども限定されるものではない。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、次のような効果を得ることができる。請求項1記載の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心にあって永久磁石の凹部側に位置する部分は、固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路となる部分であるが、ここにスリットを形成することにより、その磁路の磁気抵抗が大きくなる。このため、固定子巻線の電流に基づく磁束のうち、回転子鉄心にあって永久磁石の凹部側に位置する上記の部分を通る割合が減少し、固定子巻線のインダクタンスが小さくなり、ひいてはトルク低下を抑えることができる。そして、これに伴いモータの小形化及びコストの低減を図ることができる。

【0046】請求項2記載の永久磁石形モータによれ

ば、スリットの幅寸法をスロットの開口部の幅寸法よりも大きく設定することにより、回転子鉄心において永久磁石の凹部側に位置する部分の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスを一層小さくすることができる。

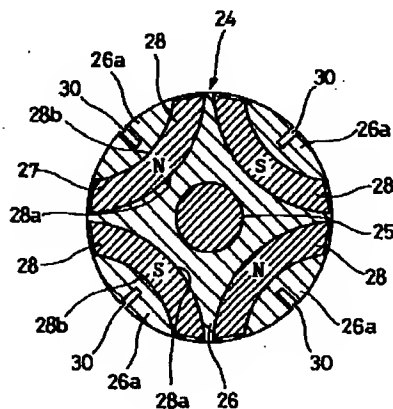
【0047】請求項3記載の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心の外周面に窪みがなく、表面が滑らかとなるから、その回転子鉄心の外周面を切削する際等の加工がしやすく、製造性を向上でき、ひいてはコストの低減を図ることができる。

【0048】請求項4記載の永久磁石形モータによれば、回転子鉄心にスリットを形成しながらも、永久磁石から発せられる磁束は固定子鉄心側へスムーズに流すことができる利点がある。

【0049】請求項5記載の永久磁石形モータによれば、1極中にスリットが2個あるため、固定子巻線の電流に基づく磁束の磁路の磁気抵抗が一層大きくなり、固定子巻線のインダクタンスを一層小さくできる。さらに、120度通電する場合において、従来においてトルクリップルが大きくなる部分に対応して、空隙磁束密度が小さくなるようにスリットを配置しているので、トルクリップルを減少させることができ、振動や騒音の低減が可能となる。

【0050】請求項6記載の冷却装置用コンプレッサによれば、永久磁石形モータにおいて、回転子鉄心に形成したスリットが冷媒ガスの通路として使用することができ、固定子鉄心に専用の通路を形成する場合に比べて、固定子鉄心、したがってモータを小形化でき、ひいては

【図2】



コンプレッサの小形化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すモータの断面図

【図2】回転子の断面図

【図3】従来構成において、磁束の流れを示す部分拡大図

【図4】本発明の第2実施例を示す図3相当図

【図5】本発明の第3実施例を示す図2相当図

【図6】本発明の第4実施例を示す図2相当図

10 【図7】本発明の第5実施例を示す図2相当図

【図8】空隙磁束波形を示す図

【図9】モータ発生トルクを示す図

【図10】冷却装置用コンプレッサに用いるモータにおいて、本発明に対する比較例を示すモータの断面図

【図11】従来構成を示す図1相当図

【図12】電気的構成図

【図13】固定子巻線の電流に基づく磁束の流れを示す図

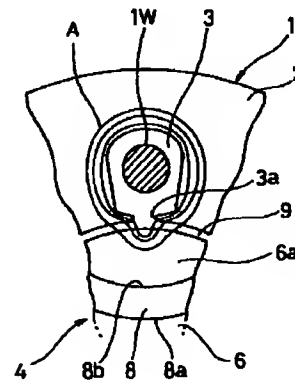
【図14】空隙磁束密度分布を示す図

20 【図15】モータ発生トルクを示す図

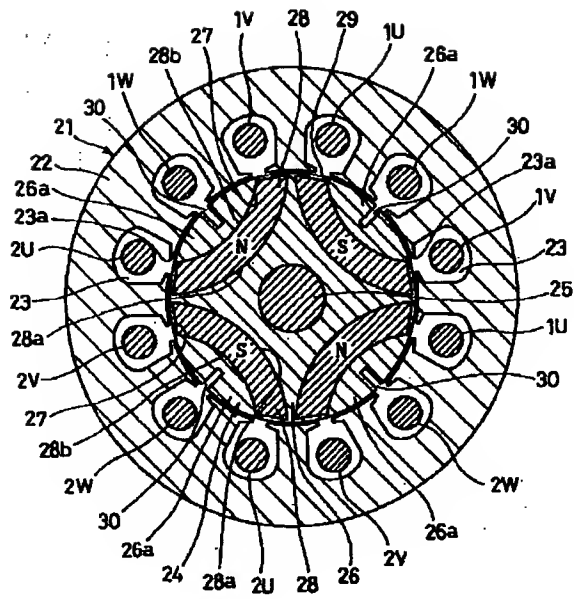
【符号の説明】

21は固定子、22は固定子鉄心、23はスロット、23aは開口部、1U、2U、1V、2V、1W、2Wはそれぞれ固定子巻線、24は回転子、26は回転子鉄心、26aは部分、28は永久磁石、28aは凸部、28bは凹部、29は空隙、30、31、32、34、35、36はスリットである。

【図3】



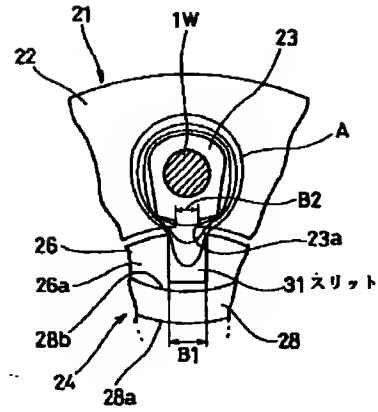
【図1】



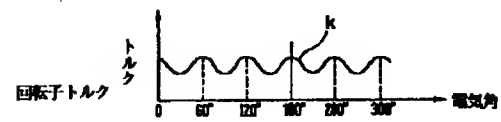
21: 固定子
 22: 固定子鉄心
 23: スロット
 1U, 2U
 1V, 2V
 1W, 2W

24: 回転子
 28: 回転子鉄心
 28: 永久磁石
 29: 空隙
 30: スリット

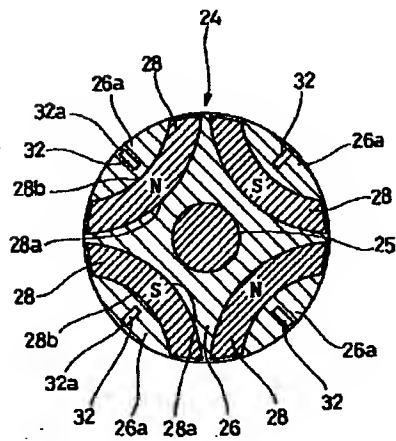
【図4】



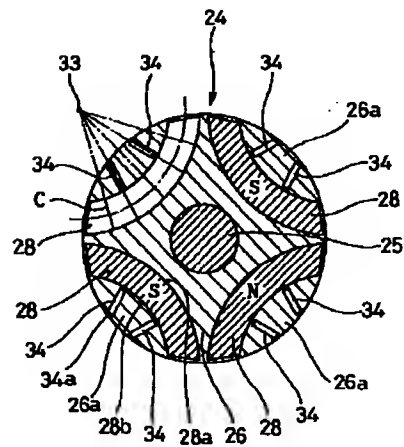
【図9】



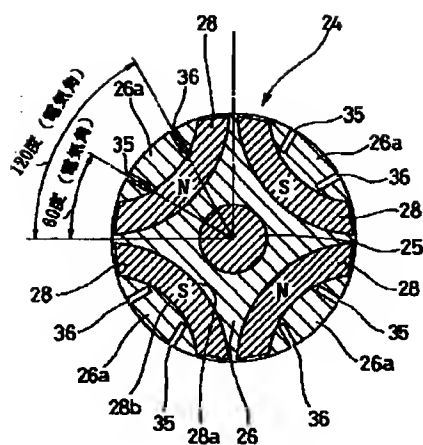
【図5】



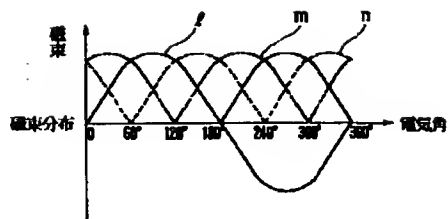
【図6】



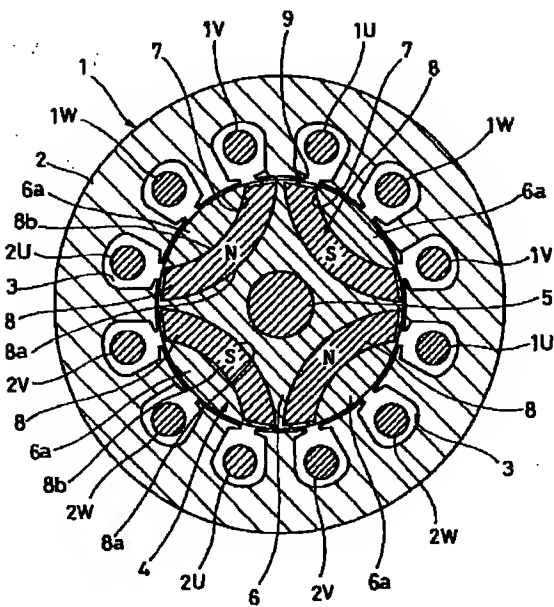
【図7】



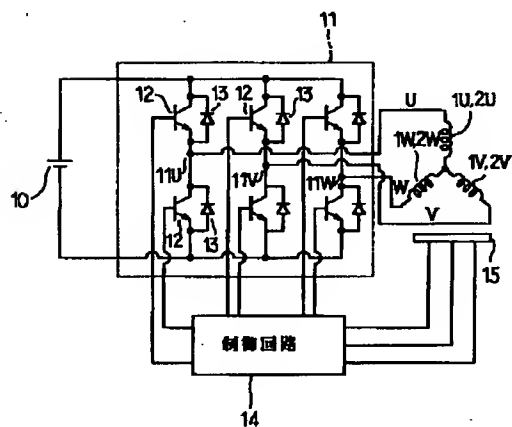
【図8】



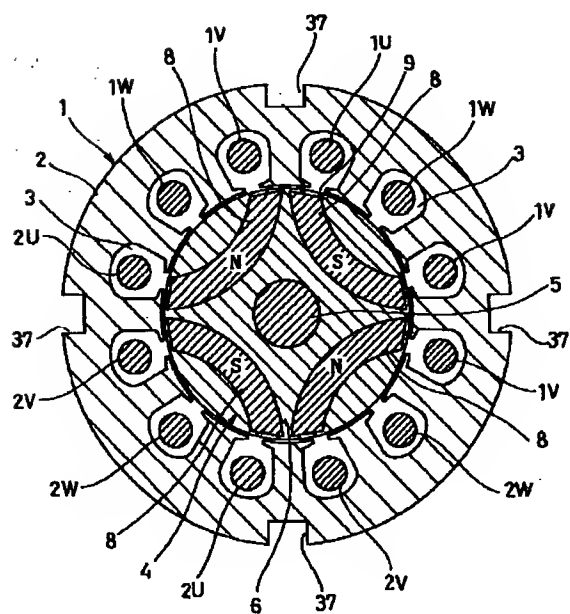
【図11】



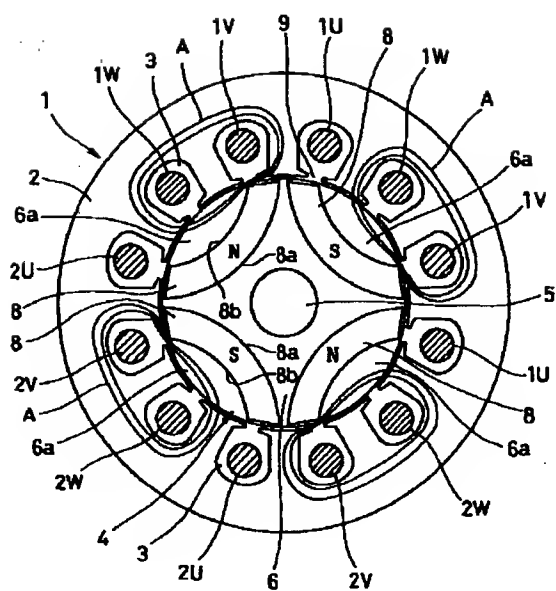
【図12】



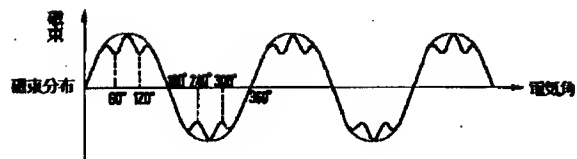
【図10】



【図13】



【図14】



【図15】

